

Atlas umieralności ludności w Polsce

Daniel Rabczenko

Zakład - Centrum Monitorowania i Analiz Stanu Zdrowia Ludności
Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego - Państwowy Zakład
Higieny



O czym będę mówić

- ▶ Epidemiologia
- ▶ Podstawy - mierniki stanu zdrowia
- ▶ Problemy
 - ▶ Opis zróżnicowania
 - ▶ Identyfikacja obszarów nietypowych
 - ▶ Opis trendów przestrzennych
 - ▶ Poszukiwanie przyczyn zróżnicowania

Epidemiologia

- Nauka o rozpowszechnieniu i uwarunkowaniach występowania chorób w populacji
 - ▶ Rozpowszechnienie → opis stanu zależności stanu zdrowia od płci, wieku, położenia geograficznego
 - ▶ Czynniki warunkujące → modele rozpowszechnienia chorób, badanie czynników wpływających na ich występowanie

Mierniki stanu zdrowia i ich standaryzacja

- ▶ Problem - jak zmierzyć stan zdrowia w różnych populacjach
- ▶ Jaki wybrać miernik:
 - ▶ Liczba zgonów
 - ▶ Odsetek zmarłych
 - ▶ Liczba zmarłych na 100 000
 - ▶ Liczba chorych
- ▶ Problemy
 - ▶ Definicja choroby
 - ▶ Dostępność danych
 - ▶ Porównanie pomiędzy różnymi populacjami - konieczność standaryzacji wyników

Umieralność

Współczynnik umieralności ogólnej =

liczba zgonów w danym czasie

liczebność narażonej populacji w tym czasie

Cząstkowy współczynnik umieralności =

liczba zgonów w danym czasie w grupie wiekowej

liczebność populacji w grupie wiekowej narażonej w tym czasie

Zapadalność

liczba nowych zachorowań w danym czasie

populacja narażona w tym czasie

- Zmiany w czasie pojawiania się nowych przypadków
- Prawdopodobieństwo zachorowania w danym czasie

Chorobowość

$$\frac{\text{liczba chorych w danym czasie}}{\text{liczebność narażonej populacji w tym czasie}}$$

- Opis rozpowszechnienia choroby
- Określenie prawdopodobieństwa, że losowo wybrany człowiek jest chory

Śmiertelność

liczba zgonów z powodu określonej choroby w danym czasie

liczba chorych na tę chorobę w tym czasie

Standaryzacja pośrednia i bezpośrednia współczynników demograficznych

Wprowadzenie 1

Porównanie umieralności pomiędzy populacjami

Wiek	POPULACJA A			POPULACJA B		
	Liczba mieszkańców	Liczba zgonów	Surowy współczynnik umieralności	Liczba mieszkańców	Liczba zgonów	Surowy współczynnik umieralności
0-20	100 000	100	100.0	400 000	100	25.0
21-40	200 000	200	100.0	300 000	200	66.7
41-60	300 000	300	100.0	200 000	300	150.0
60+	400 000	400	100.0	100 000	400	400.0
Ogółem	1 000 000	1000	100.0	1 000 000	1000	100.0

Surowe współczynniki umieralności są identyczne - ???

Wprowadzenie 2

Porównanie umieralności pomiędzy populacjami

Wiek	POPULACJA A			POPULACJA B		
	Liczba mieszkańców	Liczba zgonów	Surowy współczynnik umieralności	Liczba mieszkańców	Liczba zgonów	Surowy współczynnik umieralności
0-20	100 000	25	25.0	400 000	100	25.0
21-40	200 000	133	66.7	300 000	200	66.7
41-60	300 000	450	150.0	200 000	300	150.0
60+	400 000	1600	400.0	100 000	400	400.0
Ogółem	1 000 000	2208	220.8	1 000 000	1000	100.0

Jaki byłby współczynnik ogółem w populacji B, gdyby rozkład wieku w tej populacji był taki jak w populacji A?

Standaryzacja

Przedstawienie umieralności danej populacji, przy przyjęciu założenia, że pewne cechy tej populacji są identyczne z populacją standardową.

Standaryzacja

Standaryzacja bezpośrednia

Przedstawienie umieralności danej populacji, przy założeniu, że rozkład wieku (płci lub innej cechy) w tej populacji odpowiada rozkładowi w pewnej populacji standardowej

Standaryzacja pośrednia

Przedstawienie umieralności danej populacji, przy założeniu, że współczynniki umieralności w tej populacji są identyczne jak w wybranej populacji standardowej

Standaryzacja

Oznaczenia

Grupa wieku	POPULACJA STANDARDOWA			POPULACJA BADANA		
	Ludność	Liczba zgonów	Współczynnik umieralności	Ludność	Liczba zgonów	Współczynnik umieralności
1	N_1	R_1	P_1	n_1	r_1	p_1
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
i	N_i	R_i	P_i	n_i	r_i	p_i
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
k	N_k	R_k	P_k	n_k	r_k	p_k

Standaryzacja bezpośrednia

Opis metody

Przedstawienie umieralności danej populacji, przy założeniu, że rozkład wieku (płci lub innej cechy) w tej populacji odpowiada rozkładowi w pewnej populacji standardowej

Standaryzacja bezpośrednia

Standaryzowany współczynnik umieralności (metoda bezpośrednia)

$$p = \frac{\sum_{i=1}^k N_i \cdot p_i}{\sum_{i=1}^k N_i}$$

Standaryzowany współczynnik umieralności

- Średni specyficzny dla grupy wieku współczynnik umieralności, „ważony populacją standardową”
- Współczynnik, jaki byłby w populacji standardowej, gdyby cząstkowe współczynniki były takie, jak w populacji badanej

Standaryzacja bezpośrednia

Wybór populacji standardowej

- standardowa populacja dla świata lub Europy
- populacja z porównywanego rejonu
- populacja z ostatniego punktu czasowego
(przy porównaniach zmian współczynników w czasie)

Standaryzacja bezpośrednia

Wiek	POPULACJA A			POPULACJA B		
	Liczba mieszkańców	Liczba zgonów	Surowy współczynnik umieralności	Liczba mieszkańców	Liczba zgonów	Surowy współczynnik umieralności
0-20	100 000	10	10.0	400 000	100	25.0
21-40	200 000	100	50.0	300 000	195	65.0
41-60	300 000	300	100.0	200 000	300	150.0
60+	400 000	800	200.0	100 000	400	400.0
Ogółem	1 000 000	1210	121.0	1 000 000	995	100.0

Porównanie współczynników **niestandardyzowanych**: $\frac{p_A}{p_B} \cong 1.22$

Standaryzacja bezpośrednia

Wiek	POPULACJA A			POPULACJA B		
	Liczba mieszkańców	Liczba zgonów	Standaryzowany współczynnik umieralności	Liczba mieszkańców	Liczba zgonów	Standaryzowany współczynnik umieralności
0-20	250 000	25	10.0	250 000	62.5	25.0
21-40	250 000	125	50.0	250 000	162.5	65.0
41-60	250 000	250	100.0	250 000	375	150.0
60+	250 000	500	200.0	250 000	1000	400.0
Ogółem	1 000 000	900	90.0	1 000 000	1600	160.0

Porównanie współczynników **standaryzowanych**: $\frac{P_A}{P_B} \cong 0.56$

Standaryzacja pośrednia

Opis metody

Porównanie umieralności w danej populacji z umieralnością oczekiwaną, jeżeli specyficzne współczynniki umieralności były takie jak w populacji standardowej.

Standaryzacja pośrednia

Standaryzowany wskaźnik umieralności

$$SMR = \frac{\sum_{i=1}^k r_i}{\sum_{i=1}^k n_i P_i}$$

Obserwowana liczba zgonów

Oczekiwana liczba zgonów

Standaryzowany wskaźnik umieralności

- Wyrażony w procentach lub jako proporcja
- Stosunek liczby zgonów obserwowanych w danej populacji w porównaniu z liczbą oczekiwaną na podstawie cząstkowych współczynników umieralności w populacji standardowej

Standaryzacja pośrednia

Standaryzowany współczynnik umieralności

$$p = \frac{\sum_{i=1}^k r_i}{\sum_{i=1}^k n_i P_i} \cdot p_{ref}$$

Obserwowana liczba zgonów

Oczekiwana liczba zgonów

x Współczynnik umieralności w populacji referencyjnej

Standaryzacja pośrednia

Wiek	POPULACJA A			POPULACJA B		
	Liczba mieszkańców	Liczba zgonów	Surowy współczynnik umieralności	Liczba mieszkańców	Liczba zgonów	Surowy współczynnik umieralności
0-20	100 000	10	10.0	400 000	100	25.0
21-40	200 000	100	50.0	300 000	195	65.0
41-60	300 000	300	100.0	200 000	300	150.0
60+	400 000	800	200.0	100 000	400	400.0
Ogółem	1 000 000	1210	121.0	1 000 000	995	100.0

Obserwowana liczba zgonów w populacji A=1210

Oczekiwana liczba zgonów w populacji A=

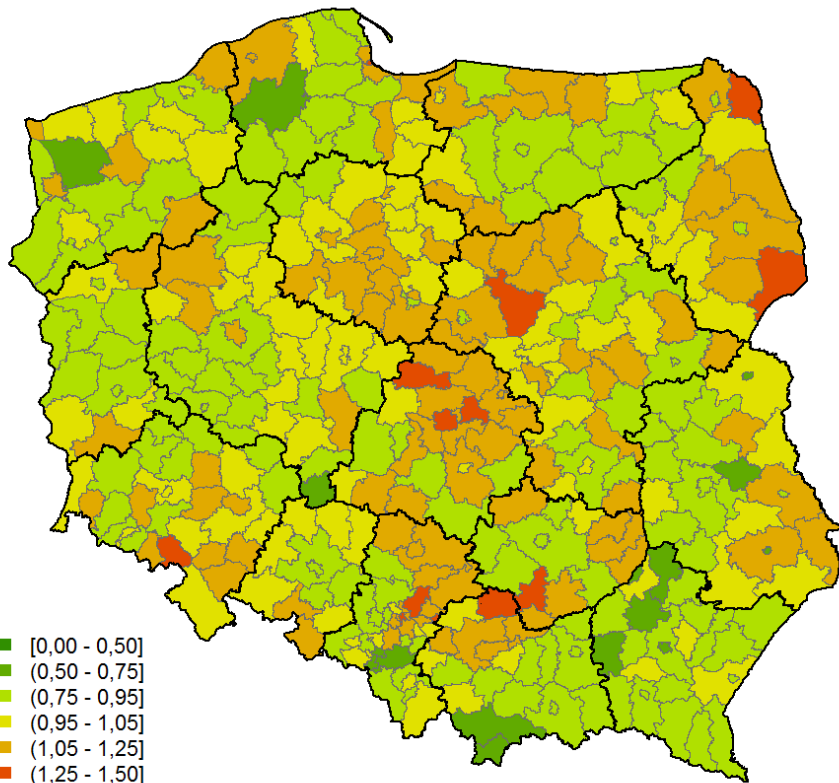
$(100\ 000 \times 25.0 + 200\ 000 \times 65.0 + 300\ 000 \times 150.0 + 400\ 000 \times 400.0) / 100000 = 2205$

$SMR = 1210 / 2205 * 100\% = 54.9\%$

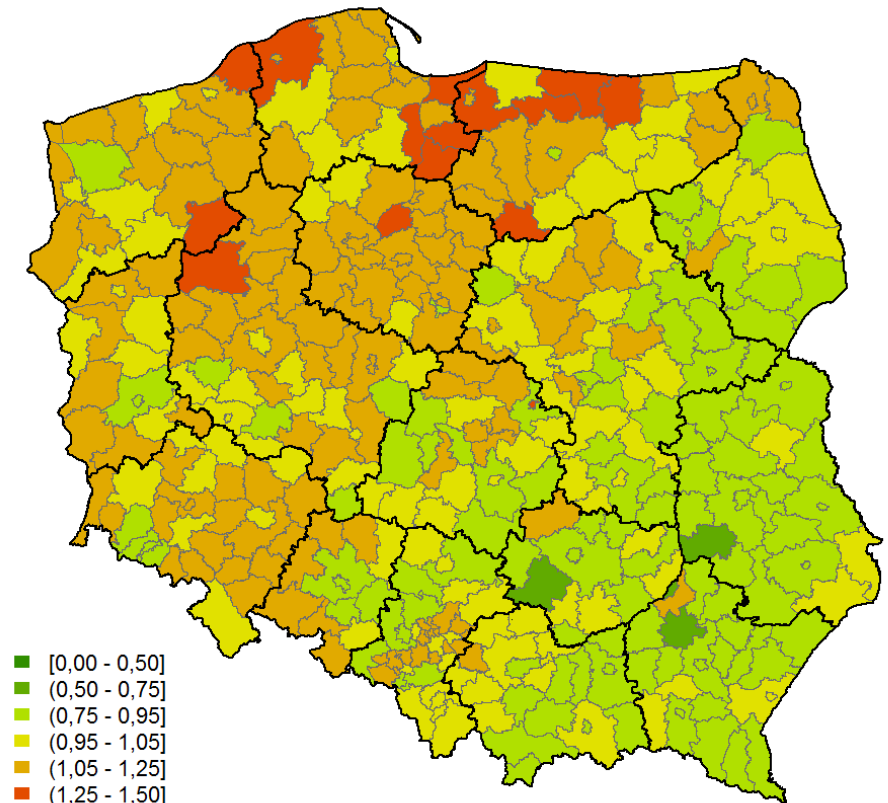
Kilka przykładów

- ▶ Umieralność mężczyzn na nowotwory złośliwe
 - ▶ 1999-2001
 - ▶ 2008-2010
 - ▶ 2013-2015
- ▶ Współczynniki rzeczywiste
- ▶ Wskaźniki standaryzowane

Przykłady - nowotwory złośliwe mężczyźni, 1999-2001

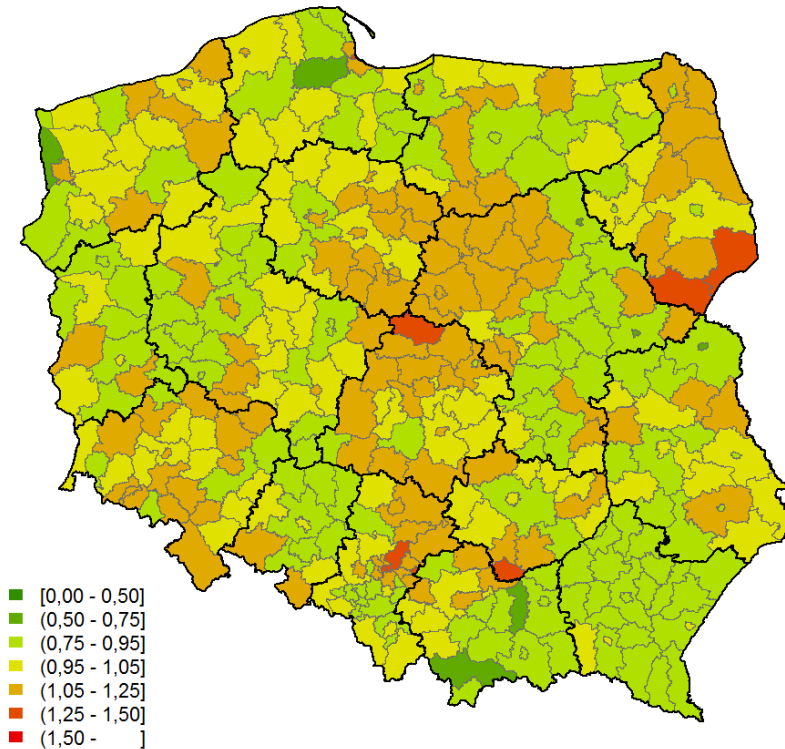


Polska: 258 /100 000

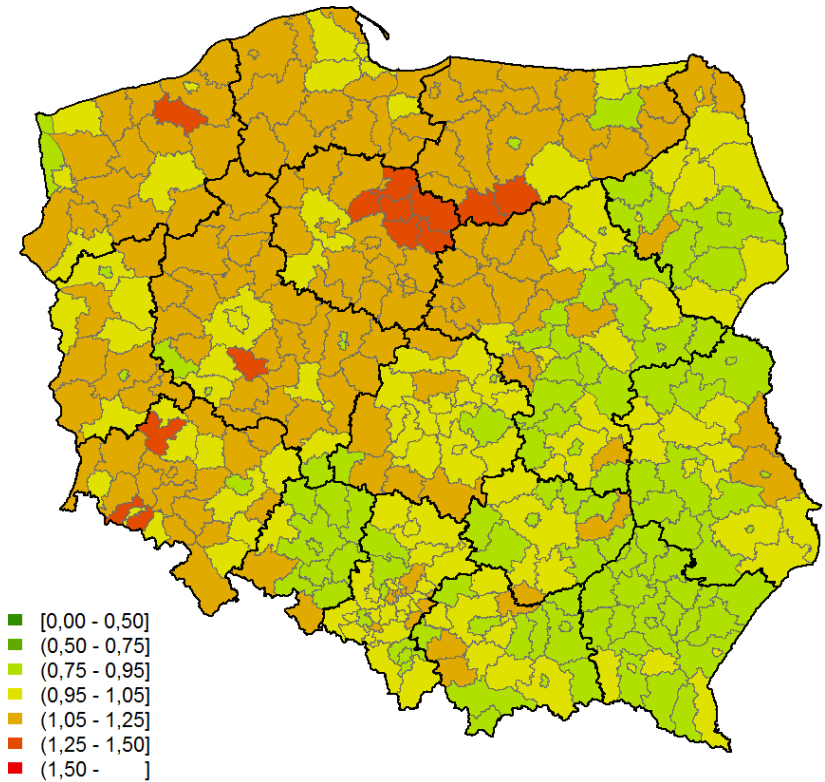


[0,00 - 0,50]
(0,50 - 0,75]
(0,75 - 0,95]
(0,95 - 1,05]
(1,05 - 1,25]
(1,25 - 1,50]
(1,50 -]

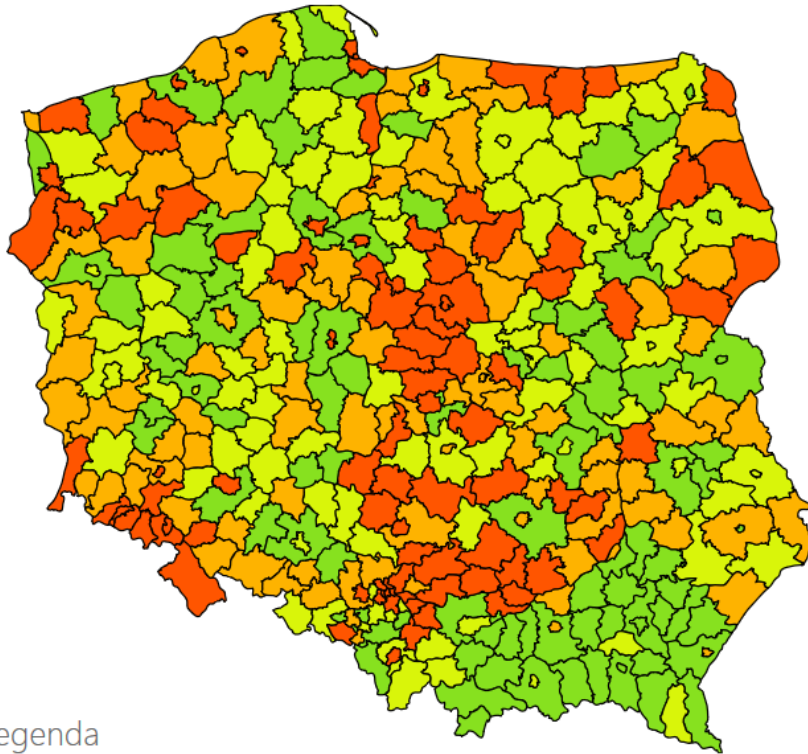
Przykłady - nowotwory złośliwe mężczyźni, 2008-2010



Polska: 283 /100 000

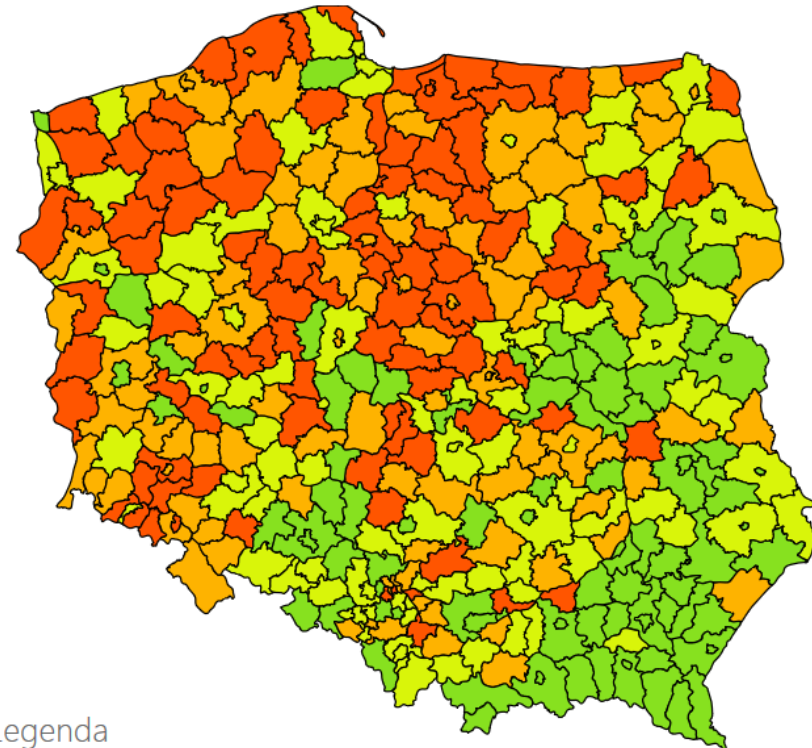


Przykłady - nowotwory złośliwe mężczyźni, 2013-2015



Legenda

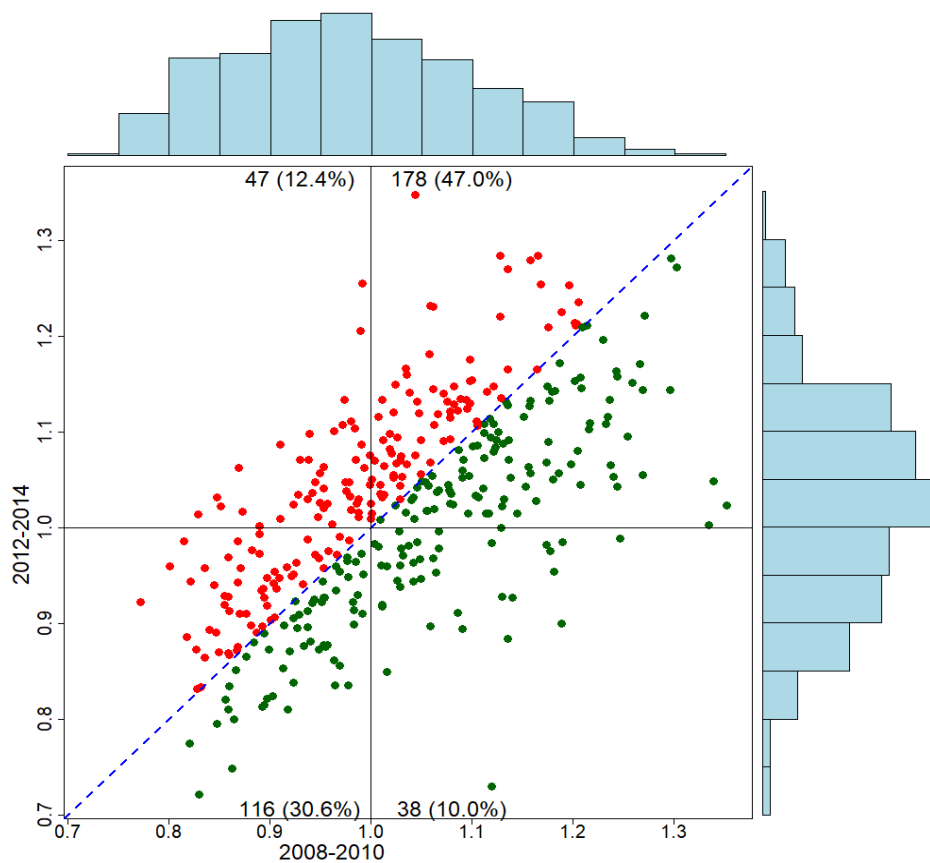
- 174.7 - 258.4
- 258.4 - 284
- 284 - 313.7
- 313.7 - 407.7



Legenda

- 0.678 - 0.948
- 0.948 - 1.025
- 1.025 - 1.094
- 1.094 - 1.362

Porównanie standaryzowanego wskaźnika umieralności w okresach 2008-2010 i 2012-2014



Lokalny współczynnik korelacji przestrzennej Morana

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{\frac{1}{n} \sum_k (x_k - \bar{x})^2} \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x})$$

Gdzie:

x_i, x_j, x_k – wartość miary stanu zdrowia w powiecie i, j, k , (w naszym przypadku tą miarą będzie wskaźnik SMR)

\bar{x} – średnia wartość analizowanej miary (cechy), w tym przypadku $\bar{x} = 1$, (SMR dla Polski),

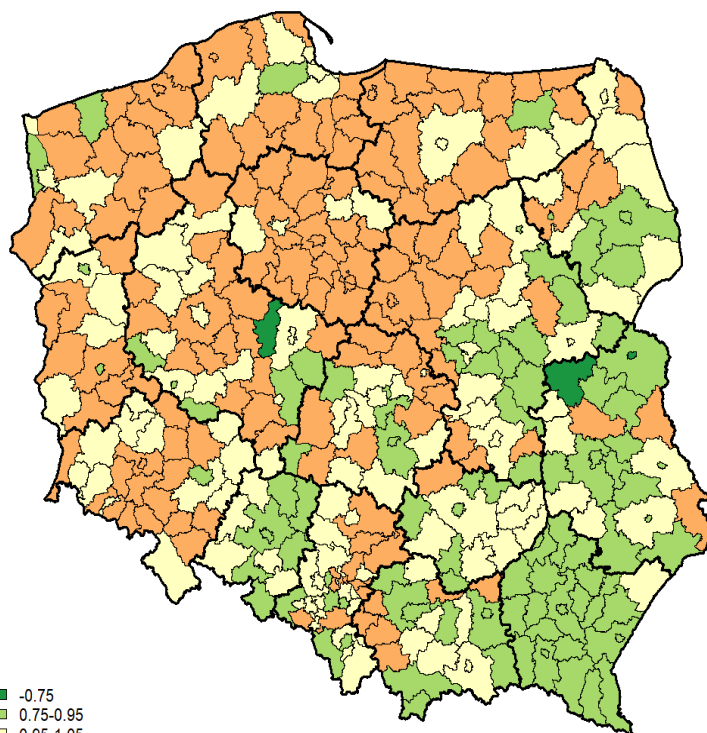
n – liczba powiatów,

w_{ij} – element macierzy wag przestrzennych, obliczanych według wzoru:

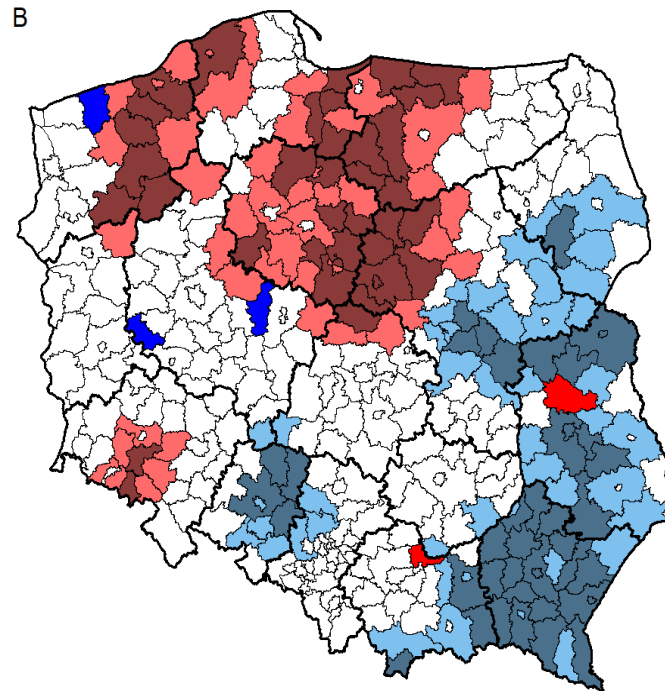
$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & i \text{ oraz } j \text{ mają wspólny fragment granicy} \\ 0, & \text{w przeciwnym przypadku} \end{cases}$$

Standaryzowany wskaźnik umieralności z powodu nowotworów złośliwych mężczyzn w Polsce w latach 2012-2014, według powiatów

A



B



A – wartości SMR, B – grupy powiatów o zbliżonym poziomie umieralności, określone w oparciu o analizę lokalnych współczynników korelacji przestrzennej Morana

Analiza trendów przestrzennych

► Model Besaga-Yorka-Mollie

$$O_i \sim \text{Poisson}(\mu_i)$$

$$\mu_i = \theta_i E_i$$

$$\log(\theta_i) = \alpha + \beta X_i + u_i + v_i$$

$$u_i \sim \text{Normal}(0, \sigma_u^2)$$

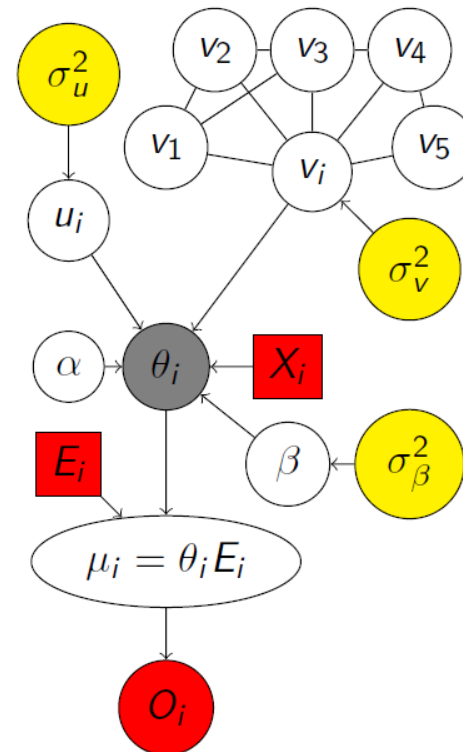
$$v_i | v_{-i} \sim \text{Normal}(\sum_{j \sim i} v_j / n_i, \sigma_v^2 / n_i)$$

$$f(\alpha) \propto 1$$

$$f(\beta) \propto 1$$

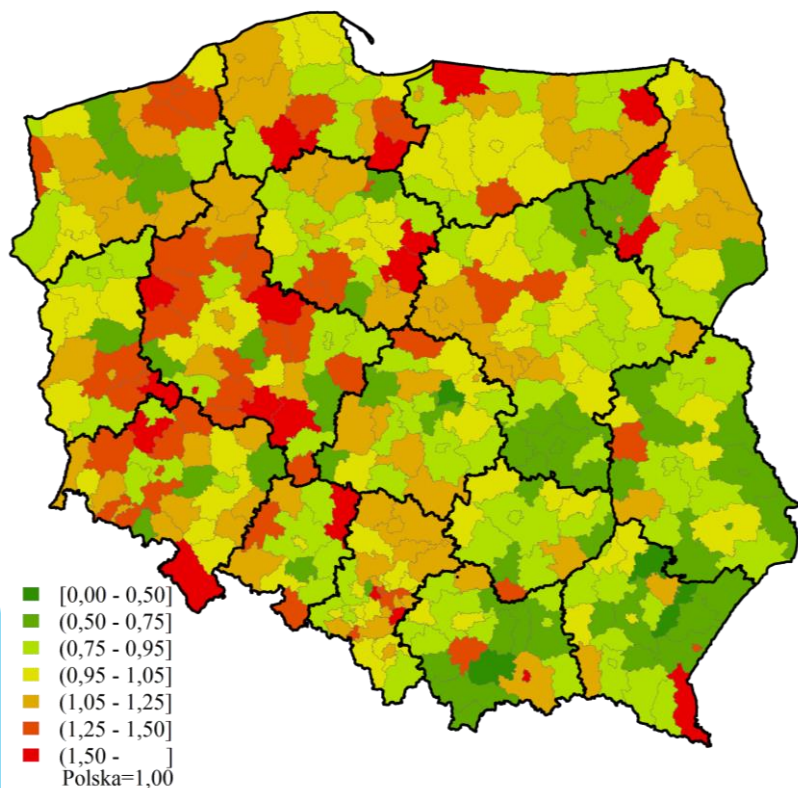
$$\sigma_u^2 \sim \text{Gamma}^{-1}(.001, .001)$$

$$\sigma_v^2 \sim \text{Gamma}^{-1}(.001, .001)$$

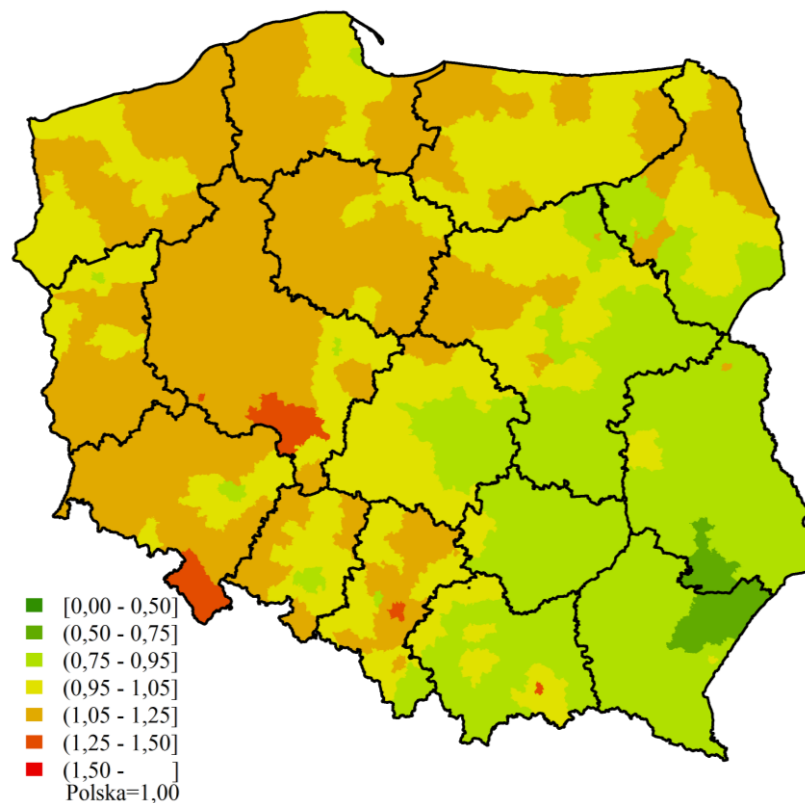


Umieralność mężczyzn 65+ z powodu raka jelita grubego, 2008-2010

SMR obserwowane



SMR wygładzone



Analiza przestrzennie ważonej

regresji

$\ln(O) \sim \ln(E) + \sum \beta X_i$ Uogólniony model regresji liniowej,
 $O \sim \text{Poiss}$

Model GWR (Geographically Weighted Regression)

$$O_i \sim \text{Poisson} \left[E_i \cdot \exp \left(\sum_k \beta_k(\mathbf{u}_i) x_{k,i} \right) \right]$$

$i=1, \dots, 379$ – numer powiatu

O_i – obserwowana liczba zgonów w powiecie i

E_i – oczekiwana liczba zgonów w powiecie

$x_{k,i}$ – wartość k -tego czynnika w powiecie i ,

β_k – współczynnik modelu dla czynnika k

$\mathbf{u}_i = (u_{x,i}, u_{y,i})$ – wektor opisujący położenie powiatu i (np. centroid).

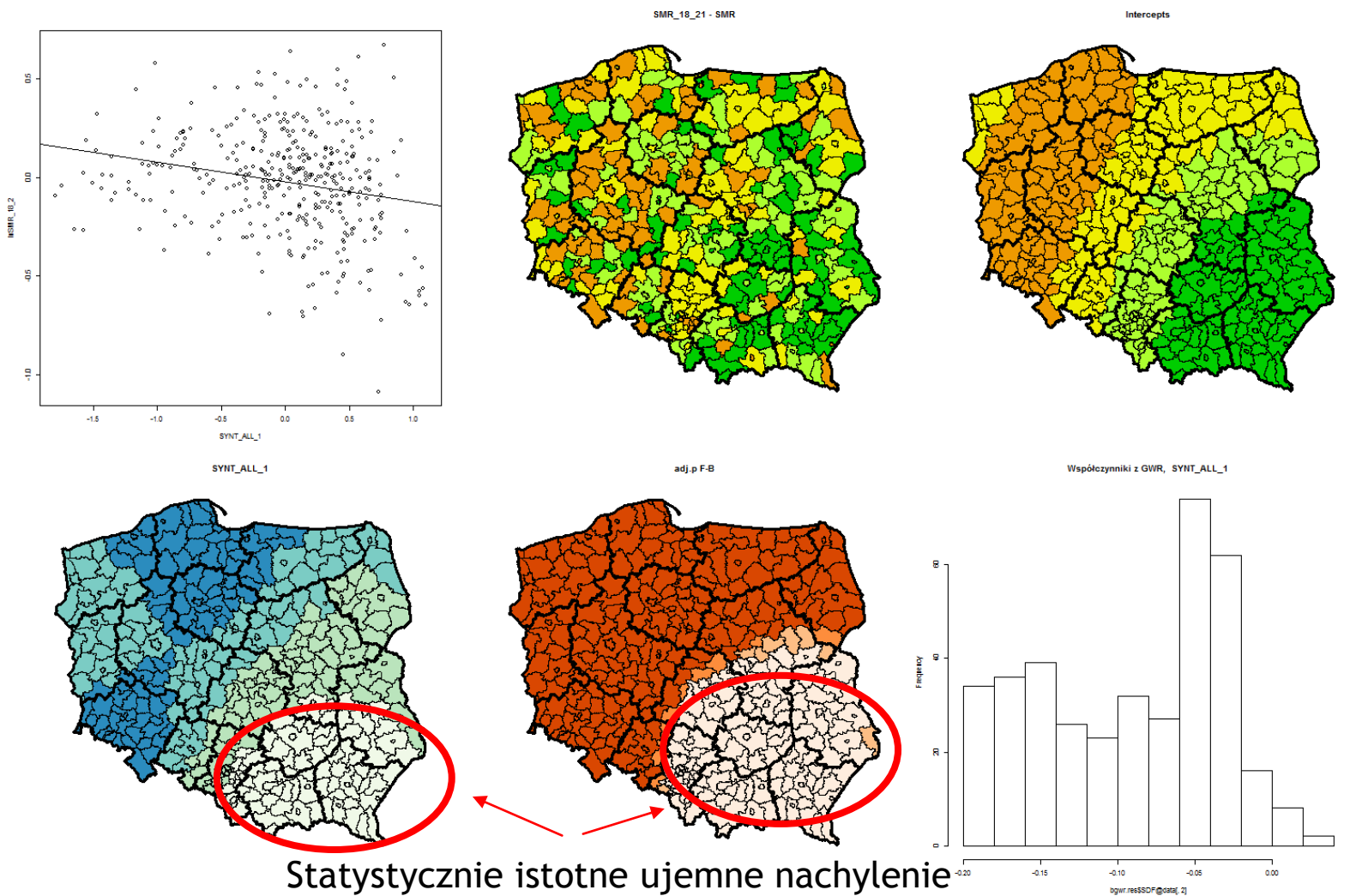
Współczynniki $\beta_k(\mathbf{u}_i)$ obliczane są jako rozwiązania i uogólnionych ważonych modeli liniowych, w których wagi definiowane są wzorem:

$$w_{ij} = \exp \left(-\frac{1}{2} \frac{\|\mathbf{u}_i - \mathbf{u}_j\|^2}{G} \right), \text{ gdzie } \|\mathbf{u}_i - \mathbf{u}_j\| \text{ jest miarą odległości powiatów } i \text{ i } j$$

Indeks deprywacji

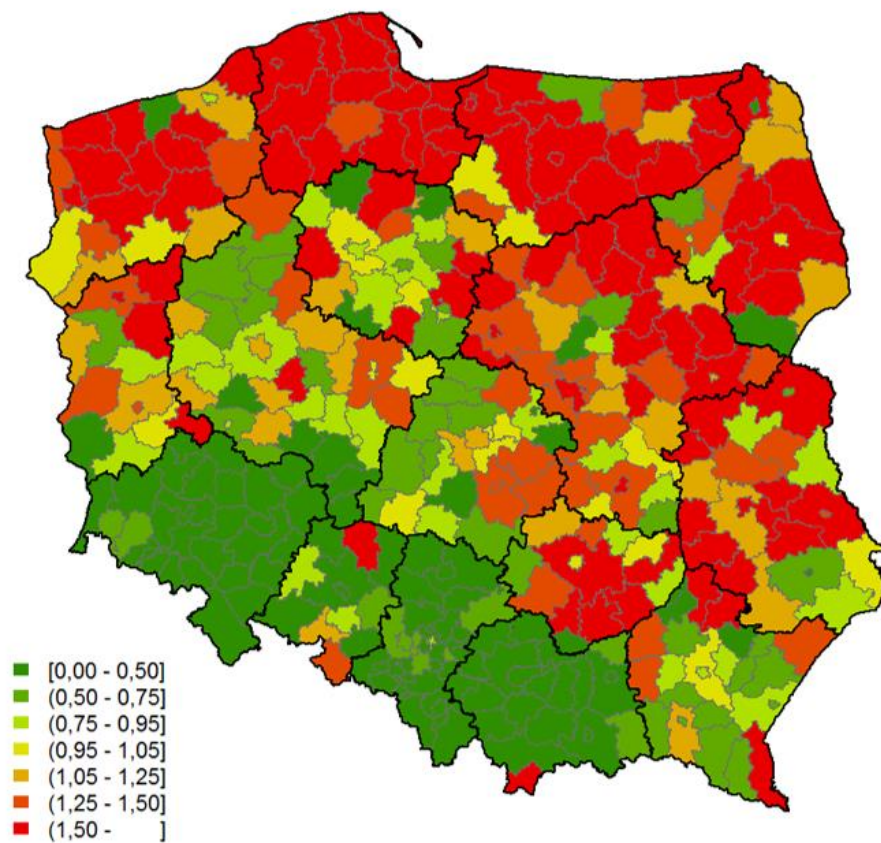
- ▶ Obrazuje brak zaspokojenia potrzeb mieszkańców powiatów w różnych wymiarach
 - ▶ Dochody
 - ▶ Zatrudnienie
 - ▶ Warunki życia
 - ▶ Edukacja
 - ▶ Dostęp do dóbr i usług

Zależność pomiędzy wskaźnikiem deprywacji a standaryzowanym współczynnikiem umieralności z powodu nowotworu jelita

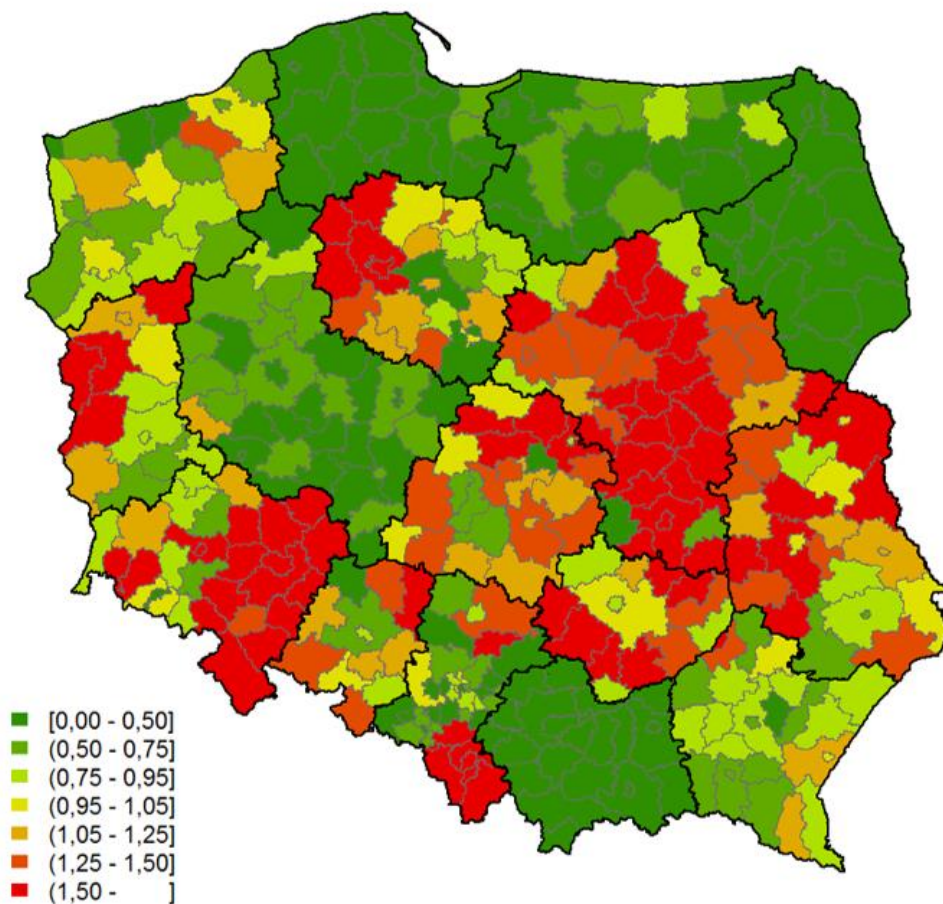


Problemy z danymi

Zatrzymanie krążenia



Niewydolność serca



Podsumowanie

- ▶ Analizy przestrzenne ułatwiają ocenę zróżnicowania stanu zdrowia populacji
- ▶ Zobrazowanie zróżnicowania może być wstępem do dalszych, pogłębionych analiz
- ▶ Poszerzenie statystyki opisowej o zastosowanie bardziej skomplikowanych metod pozwala na uzyskanie pełniejszego obrazu stanu zdrowia ludności
- ▶ Autoreklama 😊
 - ▶ Baza wiedzy w zakresie nierówności w zdrowiu
 - ▶ www.bazawiedzy.pzh.gov.pl
 - ▶ <https://www.facebook.com/BazaWiedzyONierowosciachWZdrowiu/>
 - ▶ Atlasy dotyczące umieralności
 - ▶ <http://bazawiedzy.pzh.gov.pl/atlas>